Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H. Heuser

Tierexperimentelle Untersuchungen über die Kariesprophylaktische Wirkung eines fluorhaltigen Zahnlackes nach vorheriger Anätzung der Schmelzoberfläche an weißen Ratten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Jutta Weinmann, geb. Reil
aus Berlin

Marburg 1969

Fotodruck von Erich Mauersberger in Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Marburg
Direktor: Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H. Heuser

Tierexperimentelle Untersuchungen über die Kariesprophylaktische Wirkung eines fluorhaltigen Zahnlackes nach vorheriger Anätzung der Schmelzoberfläche an weißen Ratten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Jutta Weinmann, geb. Reil

aus Berlin

Marburg 1969

Fotodruck von Erich Mauersberger in Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 10. Nov. 1969

gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan : Professor Dr. P. Karlson
Referent : Professor Dr. Dr. H. Heuser
Correferent : Professor Dr. W. Schmid

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A. Einleitung:

Kariesprophylaxe durch Fluoride 1

B. Hauptteil:

Tierexperimentelle Untersuchungen über die kariesprophylaktische Wirkung eines fluoridhaltigen Zahnlackes nach vorheriger Anätzung der Schmelzoberfläche an weißen Ratten. 4

1. Wirkungsweise der lokalen Fluorapplikation 4

2. Das Kariesprophylaktikum Fluor-Lack und seine Applikation 5

3. Experimentelle Möglichkeiten des Tierversuches 8

4. Die Untersuchungsmethode 10

a. Die Durchführung der Touchierung und die Erzeugung der Zahnkaries bei den Versuchstieren. 10

b. Die mikroskopische Beurteilung der entstandenen kariösen Veränderungen. 14

Seite

5. Die Untersuchungsergebnisse 20

a. Die Methode der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse. 20

b. Kariesreduktion bei Fissurenkaries. 22

c. Kariesreduktion bei Approximal- und Glattflächenkaries. 28

d. Beurteilung der Anätzung der Schmelzoberfläche für die karieshemmende Wirkung des Fluor-Lackes. 31

e. Beurteilung der karieshemmenden Wirkung des Fluor-Lackes im Seitenvergleich 33

C. Diskussion der Ergebnisse 36

D. Zusammenfassung 39

E. Literaturverzeichnis 41

F. Anhang 45

A. KARIESPROPHYLAXE DURCH FLUORIDE.

Neben der Aufklärung der für das menschliche Gebiß zuträglichen Ernährungsweise und einer zweckmäßigen Zahnpflege steht die Anwendung des Elementes Fluor (als Fluorid) im Mittelpunkt der Kariesprophylaxe. Das Fluor läßt sich dabei in verschiedener Weise kariesprophylaktisch applizieren, einmal endogen in Form von fluoridiertem Trinkwasser, Fluor-Tabletten oder fluoridierten Nahrungsmitteln, zum andern lokal durch Zahnpasten, Mundwässer und Touchierungsmittel.

Seitdem in den USA DEAN u.a. feststellten, daß die Kariesresistenz der Bevölkerung wesentlich von dem Fluorgehalt des Trinkwassers abhängt, sind Bestrebungen im Gange, Kariesprophylaxe durch interne Fluorgaben zu betreiben. Die kariesprophylaktische Wirkung der Fluor-Ionen wird durch eine spezifische Affinität zu den Hartgeweben des Körpers ermöglicht, die sich bei Fluor-Zufuhr in einer Anreicherung dieses Halogens in Knochen und Zähnen ausdrückt. Die Zähne erfahren dadurch eine gesteigerte Widerstandsfähigkeit gegenüber Ent - kalkung durch Säure, die mit einer erhöhten Kariesresistenz verbunden ist. KNAPPWOST erklärt die kariesprophylaktische Wirkung fluoridhaltigen Trinkwassers in erster Linie mit einer Steigerung der remineralisatorischen Leistung des Speichels.

Die endogene Fluor-Zufuhr muß, um wirksam zu sein, über Jahre erfolgen. Der in der Literatur beschriebene optimale Fluorgehalt des Trinkwassers

beträgt 1,0 mg/l. In dieser Dosierung zeigt das Fluor keine nachteiligen Nebenwirkungen. Dabei ist zu bemerken, daß kein Unterschied in der Wirksamkeit zwischen dem Wasser mit "natürlichem", optimalem Fluor-Gehalt und künstlich mit Fluor angereichertem Wasser besteht. In den USA erhalten gegenwärtig bereits über 70 Millionen Menschen regelmäßig fluoridiertes Trinkwasser.

Die hohen Kariesreduktionszahlen aus aller Welt, die mit Hilfe der Trinkwasserfluoridierung erzielt werden konnten, lassen keinen Zweifel an der herausragenden Bedeutung die gerade dieser Art der Fluoridierung zukommt. Auch für deutsche Verhältnisse wurde in Kassel-Wahlershausen (HEUSER, HOFFMANN, STEIN u.a.) und in Karl-Marx-Stadt (KÜNZEL u.a.) eine signifikante Kariesreduktion ermittelt.

Die Vorteile der Trinkwasserfluoridierung liegen vor allem in der Tatsache, daß eine Kollektivprophylaxe durchgeführt werden kann, die unabhängig von der Kooperationsbereitschaft des Einzelnen ist. Allerdings werden aus wirtschaftlichen Gründen nur diejenigen Gemeinden mit fluoridiertem Trinkwasser versorgt werden können, welche an eine größere zentrale Wasserversorgung angeschlossen sind, so daß auch auf diesem Wege nicht die gesamte Bevölkerung erfaßt werden könnte.

Eine andere Art der endogenen Prophylaxe ist die Einnahme von Fluor-Tabletten. Untersuchungen von KESSLER u. SOLTH in Marburg in den Jahren 1952-57 ergaben eine durchschnittliche Kariesreduktion von 30 % bei Kindern nach der Einnahme von Fluor-Tabletten während der Zahnentwicklungsperiode. Die Vorteile der Tablettenfluoridierung liegen in der indi-

viduellen Dosierbarkeit, die Nachteile darin, daß selbst bei entsprechenden Überwachungsmaßnahmen durch Schule und Kindergarten die regelmäßige Einnahme dieser Tabletten über Jahre nur selten garantiert werden kann.

Diesen und den oben erwähnten anderen Arten der "endogenen" Kariesprophylaxe durch Fluor stehen Methoden gegenüber, bei denen Fluor-Ionen direkt mit dem Schmelz in Kontakt gebracht werden. Dies geschieht u.a. bei der Anwendung fluorhaltiger Zahnpasten, Mundwässer und der Zahntouchierung mit fluorhaltigen Lösungen.

MARTHALER stellte nach fünfjähriger Versuchszeit durch unüberwachtes Zähneputzen mit Aminfluoridzahnpasten Kariesreduktionen zwischen 26 und 30 % fest.

Über gute Erfolge durch Mundspülung mit fluoridhaltigen Lösungen bei 35000 schwedischen Schulkindern berichtet TORELL.

Während es sich bei dem Gebrauch von fluorhaltigen Zahnpasten und Mundwässern um eine Art Prophylaxe handelt, die der Einzelne selbst durchführt, so liegt die Pinselung (Touchierung) in der Hand des Zahnarztes. Die Touchierung der Zähne mit fluorhaltigen Lösungen wurde erstmals von BIBBY (1942) und von KNUTSON und ARMSTRONG (1943) durchgeführt. Später unternahmen auch in Deutschland HEUSER und KESSLER, sowie SCHÜTZMANNSKY u.a. ähnliche Versuche. HEUSSER und KESSLER geben an, daß bei Marburger Schulkindern im Alter von 11-13 Jahren durch mehrmalige Pinselungen der Zahnreihen mit 2%iger NaF-Lösung - ähnlich den Erfolgen in den USA - 37,2-39%

Kariesreduktion erzielt werden konnte. Wurde neben der NaF-Pinselung noch eine ammoniumhaltige Zahnpasta benützt, so konnte sogar eine Verminderung der Kariesanfälligkeit um 48 - 62,7 % erreicht werden.

Zur Beurteilung der kariesprophylaktischen Wirkung von fluorhaltigen Mitteln werden in zunehmendem Maße auch Tierversuche herangezogen, die neben einem viel geringeren finanziellen Aufwand noch weitere Vorteile haben, jedoch auch Nachteile aufweisen, auf die später noch eingegangen werden soll.

B. TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE KARIESPROPHYLAKTISCHE WIRKUNG EINES FLUORIDHALTIGEN ZAHNLACKES NACH VORHERIGER ANÄTZUNG DER SCHMELZOBERFLÄCHE AN WEISSEN RATTEN.

1. Wirkungsweise bei lokaler Fluorapplikation.

Der Wirkungsmechanismus bei lokaler Fluorapplikation ist ein komplexer Vorgang, dem folgende chemisch-physikalischen Vorgänge zugrunde liegen:

Als Hauptbestandteil des Zahnschmelzes wird meist das Hydroxylapatit angesehen. Nach HAYEK spielt daneben des Oktacalciumphosphatcarbonat als Bestandteil des Schmelzes eine wesentliche Rolle. Beide Verbindungen haben die Eigenschaften von Ionenaustauschern. Dadurch sind sie in der Lage, F-Ionen aufzunehmen, wodurch die Säurelöslichkeit des Schmelzes vermindert wird. Bei der örtlichen Applikation höher konzentrierter Fluoridlösungen kommt es darüber hinaus zur Bildung von Calciumfluorid an der Schmelzoberfläche. Von KNAPPWOST u.a. wird es für

wahrscheinlich gehalten, daß das gebildete Calciumfluorid zur allmählichen Bildung von stabilen Fluorverbindungen beiträgt. Die Bildung von Verbindungen mit geringerer Säurelöslichkeit bewirkt neben einer unmittelbaren Steigerung der Kariesresistenz auch eine Förderung reparatorischer und remineralisatorischer Vorgänge am Schmelz, besonders im kariesanfälligen Gebiß, wie HEUSER und WIEGELMANN zeigen konnten.

2. Das Kariesprophylaktikum Fluorlack und seine Applikation.

Für unsere Untersuchungen verwendeten wir ein neuartiges Fluoridierungsmittel, das von H.F.M.SCHMIDT an der hiesigen Universitätsklinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten zur lokalen Fluoridierung entwickelt und Fluor-Lack genannt wurde. Es handelt sich hierbei um einen Kunststofflack mit einem Fluorgehalt von ca. 2 % und annähernd neutralem pH. Die Zusammensetzung wurde inzwischen zur Erzielung einer einfacheren Applikation geändert.

Der Lack wurde auf die gereinigte Zahnoberfläche aufgetragen und trocknete innerhalb von 1-2 Minuten. Es entstand so ein Lackfilm auf den Zähnen, der gute Haftfähigkeit zeigte und sich nur durch Kaubewegungen oder Zähneputzen ablösen ließ, durch breiige Nahrung jedoch nicht abgerieben wurde. Etwa 20 Minuten nach Auftragen des Lackes begann der eigentliche Vorgang der Fluoridierung: Der Lack nahm Wasser auf; dadurch gingen Fluorionen bis zum Sättigungsgleichgewicht in Lösung und diffundierten über mehrere Stunden in den Schmelz.

Die Eindringtiefe wurde von H.F.M.SCHMIDT mit Hilfe des Ätz-Färbe-Verfahrens im Auflicht- und Durchlichtmikroskop untersucht. Die durchschnittliche Eindringtiefe von Fluorionen betrug dabei etwa 0, 1 mm, ein noch tieferes Eindringen wurde an den Schwächepunkten des Schmelzes z.B. Schmelzrissen und an kariösen Defekten gemessen, was sich durch die in diesen Bereichen bestehende Auflockerung der Schmelzstruktur erklären läßt. Bei opak entkalktem Schmelz wurden bei einer Lackeinwirkungszeit von 12 Stunden Eindringtiefen bis zu 0, 7 mm festgestellt. Diese Beobachtung steht im Einklang mit Untersuchungsergebnissen von ERICSSON, die durch radioaktives Fluor (F^{18}) gewonnen wurden. Danach nehmen bei örtlicher Applikation von Fluoridlösungen Stellen beginnender kariöser Entkalkung wesentlich mehr Fluor auf als gesunder Schmelz.

Um eine optimale Wirkung zu erzielen, muß der Lack in einer genügenden Schichtdicke aufgetragen werden und außerdem lange genug an der Zahnoberfläche haften bleiben. Die Haftfähigkeit des Lackes wird durch Maßnahmen, die die Oberfläche des Schmelzes anrauhen, wesentlich erhöht. Deshalb wurde von H.F.M.SCHMIDT die Zahnoberfläche versuchsweise mit Säure behandelt und somit reversibel angerauht.

Eine vorbehandlung mit Säure bei Touchierungen mit wässrigen Fluoridlösungen wurde bereits früher von SCHÜTZMANNSKY und BREITNER vorgeschlagen. HEUSER, ALBAT und SCHMIDT stellten bei in vitro Versuchen fest, daß Fluor-Ionen an angeätzten Zahnabschnitten signifikant tiefer eindringen als an nicht angeätzten Stellen.

Als Ätzmittel verwendeten wir 5%ige Salzsäure, die mit einem Wattebausch aufgetragen wurde und einige Sekunden auf die Schmelzoberfläche einwirkte. Dabei entstand ein Ätzbild, wie es HEUSER u.a. beschrieben haben. Tiefere Schichten wurden nicht erfaßt. In den durch das Anätzen entstandenen Rillen (Abb.1) haftete der Fluorlack wesentlich fester als auf der nicht vorbehandelten Schmelzoberfläche, wodurch die Einwirkungszeit verlängert und somit das Eindringen der Fluor-Ionen erleichtert wurde.

Abb.1:
Replica der mit Salzsäure flüchtig angeätzten Schmelzoberfläche.

Eine dauerhafte Schmelzschädigung durch die Säureeinwirkung war bei unserem Vorgehen nicht zu befürchten, da die Schmelzoberfläche, wie HEUSER und WIEGELMANN zeigen konnten, besonders nach der Anwendung von fluorhaltigen Touchierungsmitteln die Tendenz hat, sich durch Deckschichtenbildung wieder zu glätten.

3. Experimentelle Möglichkeiten des Tierversuchs.

Bei einigen Tierarten lassen sich durch entsprechende Diäten kariöse Veränderungen des Gebisses hervorrufen, die in Bezug auf Ätiologie, Verlauf und im pathohistologischen Bild eine solche Ähnlichkeit mit der menschlichen Karies aufweisen, daß der Tierversuch gut zur Kariesforschung und Erprobung kariesprophylaktischer Mittel geeignet erscheint. Dies ganz besonders, da im Tierversuch eine äußerst floride Karies hervorgerufen werden kann, die verhältnismäßig kurze Versuchszeiten ermöglicht, während die Erforschung des Ablaufs der menschlichen Karies aufgrund des relativ langsamen Fortschreitens der Erkrankung lange Beobachtungen erfordert, was einen erheblichen Zeitaufwand bedeutet.

Im Tierversuch ist dagegen unter bestimmten Bedingungen und an geeigneten Versuchstieren nach 10 bis 25 Tagen eine mikroskopisch auswertbare, reproduzierbare Karies zu erzeugen. Nach 3-6 Monaten lassen sich bereits makroskopische Auswertungsmethoden anwenden (KÖNIG, MARTHALER, MÜHLEMANN).

Der Tierversuch bietet also den Vorteil einer wesentlich kürzeren Laufzeit. Außerdem kann z.B.

durch gleiche Käfigbedingungen und durch standardisierte Ernährung für sämtliche Versuchstiere eine wesentlich geringere Streuung des Kariesbefalls erreicht werden, als das beim Menschen überhaupt möglich ist. Ein besonderer Vorteil liegt auch in der Möglichkeit, die Versuche mit kariesfreien Gebissen beginnen zu können.

Die für die Kariesforschung besonders geeigneten Versuchstiere sind die Albinoratten, Baumwollratten und Goldhamster. Die beim Menschen obligat kariogenen Faktoren bewirken auch bei diesen Tieren Zahnkaries. Auf der anderen Seite ist es möglich, durch Stoffe, die beim Menschen karieshemmend wirken, ebenfalls eine Kariesreduktion zu erzielen. Das Tierexperiment wurde deswegen wiederholt dazu benutzt, die kariesprophylaktische Wirkung von Fluoridierungsmaßnahmen zu testen.

MILLER (1938) wies als einer der ersten die Karieshemmung durch Fluoride im Tierversuch nach. Er verabreichte Ratten eine kariogene Diät; einigen Tieren wurde NaF zur Nahrung zugesetzt. Bei diesen Tieren wurde eine deutliche Kariesreduktion gegenüber den Kontrolltieren festgestellt.

In neuerer Zeit haben sich besonders BÜTTNER, KÖNIG, MARTHALER, MÜHLEMANN, RIETHE, u.a. mit der Karies und der Wirkung von Karieshemmstoffen im Tierversuch befaßt.

KÖNIG, MARTHALER und MÜHLEMANN z.B. verabreichten Ratten, die mit der kariogen wirkenden Diät "Stephan 580" (Siehe später Seite 13) gefüttert wurden, Karieshemmstoffe. Die entstandenen kariö-

sen Läsionen wurden bei der mikroskopischen Auswertung in verschiedene Schweregrade eingeteilt.

In ähnlicher Weise prüften wir die karieshemmende Wirkung des Fluorlackes.

4. Die Untersuchungsmethode

a. Die Durchführung der Touchierung und die Erzeugung von Zahnkaries bei den Versuchstieren.

Wir verwendeten für unsere Tierversuche weibliche Albinoratten (Mus norvegicus) vom Stamm S I V 50 KsLg.

Die Versuche begannen am 19. Lebenstage der Tiere. In diesem Alter war gerade der zweite Molar durchgebrochen und die Kariesanfälligkeit des Gebisses besonders groß. Wir teilten die Tiere in vier Gruppen mit den Nummern 1-4 ein.

Gruppe 1 diente als Kontrollgruppe. An diesen Tieren nahmen wir keine Touchierungen vor.

Bei Gruppe 2 wurden am ersten Versuchstag sämtliche Molaren mit dem Fluor-Lack nach vorheriger Anätzung mit 5%iger Salzsäure touchiert, am 7. Versuchstag wiederholten wir die Touchierung nur der beiden linken Quadranten, wiederum nach vorheriger

Anätzung mit 5%iger Salzsäure.

Bei Gruppe 3 erfolgte die Touchierung analog Gruppe 2, jedoch ohne vorherige Anätzung.

Bei Gruppe 4 schließlich touchierten wir nur die linken Quadranten am ersten Versuchstag einmal nach vorheriger Anätzung, die rechte Seite wurde nicht behandelt.

Sämtliche Versuchstiere waren bei der ersten Touchierung 24 Tage alt, bei der zweiten 31.

Zur Auswertung gelangten von der Kontrollgruppe 17 Tiere, von der Gruppe 2 18 Tiere, von der Gruppe 3 16 und von der Gruppe 4 7 Tiere.

Die Touchierung wurde am narkotisierten Tier vorgenommen. Wir benutzten zur Narkose 10%iges Evipan-Natrium. Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von etwa 30 g bekamen die Tiere ca. 0,035 ml intraperitoneal gespritzt, genau nach Gewicht dosiert. Danach konnten die Ratten auf ein kleines Operationstischchen gelegt werden. Mit einer Pinzette wurde das Maul geöffnet, die Zahnreihen mit einem in Bimssteinbrei getauchten Wattebausch gereinigt und mit einem Luftbläser getrocknet (Abb.2).

Abb.2:
Narkotisierte Ratte auf dem Operationstischchen.

Anschließend erfolgte das Auftragen der zur Anätzung dienenden 5%igen Salzsäure und nach einigen Sekunden Einwirkungsdauer das erneute Trocknen der Zahnoberfläche per Luftbläser. Danach trugen wir die Touchierungsflüssigkeit mit einem kleinen Wattebausch sorgfältig auf und trockneten sie mit dem Luftbläser. Durch Adhäsionseffekt sammelte sich der Fluorlack besonders in den Fissuren und Approximalräumen an, so daß gerade im Bereich der habituell unsauberen Zonen eine dickere Lackschicht entstand und somit an diesen Prädilektionsstellen der Karies mit einem besonders guten Fluoridie-

rungseffekt gerechnet werden konnte. Das Antrocknen des Lackes dauerte ungefähr eine Minute. Danach markierten wir die Tiere der einzelnen Gruppen in verschiedener Weise mit Fuchsinlösung bzw. Methylenblau, so daß ihre Gruppenzugehörigkeit jederzeit wiedererkannt werden konnte.

Nach den jeweiligen Touchierungen erhielten die Tiere einen Tag lang Griesbrei, um ein vorzeitiges Ablösen des Kunststofflackes von den Zähnen zu verhindern. Eine Kontrolluntersuchung nach 24 Stunden ergab, daß der Fluorlack noch auf etwa 2/3 der Zahnoberflächen erhalten war.

Die Ratten erhielten während der Versuchsdauer von 45 Tagen ausschließlich die kariogene Kost nach STEPHAN ("Stephan 580"), die sich aus 66 % Rohrzucker, 32 % Magermilchpulver und 2 % Trockenleber zusammensetzt. Nur an den Touchierungstagen bekamen die Ratten wie schon erwähnt, Griesbrei. Die Flüssigkeitszufuhr bestand aus destilliertem Wasser. Nahrung und Flüssigkeit wurden ad libitum zugeführt.

b. Die mikroskopische Beurteilung der entstandenen kariösen Läsionen.

Die Albinoratte (Mus norvegicus) besitzt in jedem Quadranten je einen ständig nachwachsenden Schneidezahn (Nagezahn) und drei Molaren.

Die Zahnformel ist folgende:

$$I\ \frac{1}{1}\ C\ \frac{0}{0}\ PM\ \frac{0}{0}\ M\ \frac{3}{3}$$

I = Incisivi
C = Canini
PM = Prämolares
M = Molares

Der Zahndurchbruch ist im Alter von 38 Tagen beendet, der Durchbruch der ersten beiden Molaren fällt mit dem Ende der Laktationszeit zusammen (nach BÜTTNER).

DURCHBRUCHSZEITEN (nach Büttner)

OK	1.	2.	3.	Molar
	18.	22.	38.	Tag
UK	1.	2.	3.	Molar
	17.	21.	30.	Tag

Die drei Molaren in jedem Quadranten bilden eine dichte Zahnreihe, der interdentale Kontakt ist flächenförmig. Die Kronen besitzen mehrere Höcker, die durch tiefe Fissuren voneinander getrennt sind. Die Höckerkuppen waren bei den von uns verwendeten Ratten leicht konkav eingedellt und nicht mit Schmelz bedeckt.

Das Fissurenbild der Molaren gibt folgendes Schema wieder:

FISSURENSCHEMA der Rattenmolaren

Anzahl der Fiss.	I	II	III	II	II	I	
Molar re	3.	2.	1.	1.	2.	3.	li
	3.	2.	1.	1.	2.	3.	
Anzahl der Fiss.	I	II	III	III	II	I	

Bei der Auswertung berücksichtigten wir sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer nur die Fissuren der ersten und zweiten Molaren, also acht bzw. zehn Fissuren.

Die Tiere wurden nach einer Versuchszeit von 45 Tagen getötet. Die einzelnen Kieferquadranten fixierten wir zunächst in 10%iger Formalinlösung und betteten dann jeweils einen ganzen Kieferquadranten in selbsthärtenden Kunststoff ein.

Von den jeweils drei Molaren wurden dann gleichzeitig mit Hilfe einer rotierenden, mit Schmirgelpapier belegten Scheibe Vertikalschliffe angefertigt. Die Dicke der Schliffe betrug etwa 150 µ. Nach der Politur trockneten wir die Schliffe und färbten sie mit Fuchsinlösung. Gesunder Schmelz und gesundes Dentin nahmen den Farbstoff nicht an, während sich die kariösen Zahnhartgewebe mehr oder minder stark anfärbten. Nach dem Färben spülten wir die Schliffe unter fließendem Wasser ab, trockne-

ten sie und fixierten sie schließlich mit Eukitt auf dem Objektträger.

Die Auswertung erfolgte mit einem Auflichtmikroskop (Ultropac der Fa. Leitz, Wetzlar). Jeden Molaren untersuchten wir auf Karies und deren Schweregrad, wobei jede Fissur getrennt bewertet wurde. Ebenso registrierten wir Approximal- und Glattflächenveränderungen. Die Gruppenzugehörigkeit und damit die Vorbehandlung waren dem Untersucher nicht bekannt. Erst nach der Auswertung wurde an Hand der Objektträgernummern die Gruppenzugehörigkeit festgestellt.

Die entstandenen kariösen Veränderungen an Schmelz und Dentin wurden nach HEUSER und SCHMIDT folgendermaßen definiert und unterteilt:

Kariesgrad 1 :

Schmelzveränderungen mit beginnendem stellenweisen Hervortreten der Schmelz-Dentin-Grenze.

Abb.3:

Beispiel für eine Fissurenkaries, Kariesgrad 1; Beginnende Veränderungen an der Schmelz-Dentin-Grenze ↑
P=Pulpa, F=Fissur

Kariesgrad 1-2:

Halbmondförmige, deutliche Dentinveränderungen unter der Schmelz-Dentin-Grenze.

Abb.4:
Beispiel für eine Fissurenkaries Kariesgrad 1 - 2

Kariesgrad 2:

Tiefe Dentinkaries mit Spaltbildung an der Schmelz-Dentingrenze und oft im kariösen Dentin, (s.Abb. 5).

Kariesgrad 3:

Sehr ausgedehnte und tiefe Dentinkaries oft in unmittelbarer Nähe der Pulpa und oft mit Kavitation verbunden. Makroskopisch am intakten Zahn erkennbar (s.Abb.6).

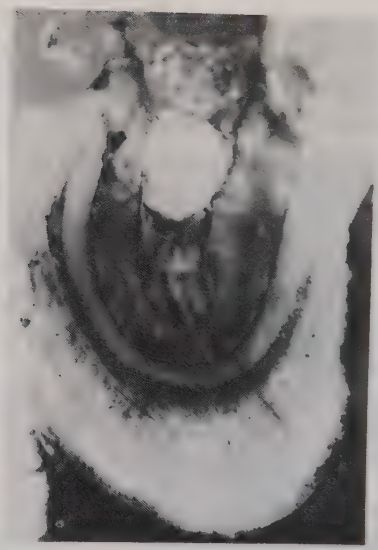

Abb.5 :

Beispiel für eine Fissurenkaries Kariesgrad 2

Abb.6 :

Beispiel für eine Fissurenkaries Kariesgrad 3

In der gleichen Weise wurden die Läsionen an den Approximal- und Glattflächen von uns beurteilt.

Abb.7:

Beispiel für eine Approximalkaries Kariesgrad 1 - 2
SDG=Schmelz-Dentin-Grenze
P= Pulpa

Die verwendete Einteilung ähnelt der von KÖNIG, MARTHALER und MÜHLEMANN benutzten Bewertung der Schweregrade, zeigt aus praktischen Gründen jedoch gewisse Unterschiede, die bei HEUSER und SCHMIDT nachgelesen werden können.

5. Die Untersuchungsergebnisse.

a. Die Methode der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse.

Die kariösen Läsionen wurden von uns nach dem auf den Seiten 16 - 19 beschriebenen Schema beurteilt und in Tabellen zusammengefaßt. Danach summierten wir bei jedem Tier bzw. bei den entsprechend behandelten Kieferhälften (siehe Seite 10/11) jedes Tiers getrennt die Fissuren- und Approximal- bzw. Glattflächenkaries. Die ein- bzw. zweimal touchierten Gebißhälften verglichen wir mit den entsprechenden Hälften der Kontrolltiere.

Die Auswertung erfolgte zunächst getrennt nach Schweregraden. Außerdem nahmen wir eine Gesamtauswertung vor, wobei wir die einzelnen Kariesgrade entsprechend der nachfolgenden Bewertung beurteilten und aufsummierten:

Kariesgrad 1	=	1 Punkt
Kariesgrad 1-2	=	1,5 Punkte
Kariesgrad 2	=	2 Punkte
Kariesgrad 3	=	3 Punkte

Die Versuchsgruppenmittelwerte berechneten wir nach der Formel:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

($\bar{x}$ = arithmetisches Mittel, gebildet aus der Summe der Einzelwerte x, dividiert durch die Anzahl n der Versuchstiere.)

Weiter wurde als Streuungsmaß die Standardabweichung s, nach der Formel:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

berechnet und schließlich die Standardabweichung des Mittelwertes ($s_{\bar{x}}$) nach der Formel:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Zum Vergleich der Mittelwerte und zur Beurteilung ihrer Differenz verwendeten wir die Formel:

$$s_d = \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2}$$

wobei s_d die Standardabweichung der Differenz zweier Mittelwerte darstellt.

($s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes der Meßreihe 1)

($s_{\bar{x}_2}$ = Standardabweichung des Mittelwertes der Meßreihe 2)

Zur Feststellung der Signifikanz der Differenzen zweier Meßreihen wurde der t-Test herangezogen.

Da bei der Versuchsgruppe 4 der Vergleich an denselben Tieren durchgeführt wurde (Seitenvergleich), gingen wir in diesem Fall bei der Signifikanzberechnung von der Differenz der Karieswerte zwischen touchierter und nicht touchierter Seite aus und berechneten die Standardabweichung aus den Einzeldifferenzen.

b. Kariesreduktion bei Fissurenkaries

Die entstandenen Fissurenläsionen gibt die Tabelle I wieder:

	Läsionen der Kontrolltiere	Läsionen nach einmal. Touch.	Kariesreduktion in %	Läsionen der Kontrolltiere	Läsionen nach zweimal. Touch.	Kariesreduktion in %
Zahl der Versuchstiere	17	18		17	18	
Kariesgrad 1	23 1,35± 0,24	39 2,17± 0,32	60,7 Zunahme	35 2,06± 0,38	32 1,78± 0,19	13,6
Kariesgrad 1-2	40 2,35± 0,28	8 0,44± 0,15	81,0	41 2,41± 0,37	4 0,22± 0,10	90,9
Kariesgrad 2	46 2,71± 0,40	3 0,17± 0,12	93,9	48 2,82± 0,40	0	100
Kariesgrad 3	9 0,53± 0,26	0	100	10 0,59± 0,15	0	100

Tab. I: Entstandene Fissurenläsionen nach Schweregraden der Karies aufgegliedert.

Unter den absoluten Werten der entstandenen Läsionen sind die Mittelwerte und ihre Standardabweichung aufgeführt. Für jeden Kariesgrad wurde die Kariesreduktion errechnet.

Zu bemerken ist, daß es bei einmaliger Touchierung in bezug auf den Kariesgrad 1 nicht zu einer Reduktion, sondern zu einer Zunahme von 60,7 % gekommen war. Dies erklärt sich dadurch, daß auf Grund der Touchierung die Karies in ihrem Anfangsstadium aufgehalten wurde und keine schwereren Kariesgrade entstanden. Die Kariesgrade 1-2 und 2 traten bei den entsprechenden Seiten der Kontrolltiere 40 bzw. 46 mal auf, während bei den einmal touchierten Tieren bereits wesentlich weniger Läsionen der genannten Kariesgrade, nämlich acht bzw. drei festgestellt werden konnten. Der Kariesgrad 3 trat bei diesen Tieren überhaupt nicht mehr auf, während die Kontrolltiere insgesamt neun kariöse Defekte dieses Schweregrades aufwiesen. Nach zweimaliger Touchierung konnte selbst in bezug auf den Kariesgrad 1 eine Kariesreduktion nachgewiesen werden. 32 Defekten bei den touchierten Tieren standen 35 bei den Kontrolltieren gegenüber. Der Kariesgrad 1-2 trat bei den touchierten Tieren noch viermal auf, größere Defekte konnten nicht nachgewiesen werden, so daß sich für die Kariesgrade 2 und 3 eine Reduktion von 100 % ergab.

Wie der Tabelle II zu entnehmen ist, erreichten wir bei der Gesamtbewertung aller Veränderungen nach dem Bewertungsmaßstab der Seite 20 nach einmaliger Touchierung eine Kariesreduktion von 73,3 %, nach zweimaliger Touchierung von 84,0 %. Die erzielte Gesamtreduktion ist, wie das 99,9 % Verläßlichkeitsintervall zeigt, hoch signifikant.

	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	d	99,9 % Verlässlichkeits-intervall	Kariesre-duktion in %
Kontrolltiere	17	11,88 ± 0,90	8,71	8,71 ± 3,34	73,3
Einmalig touchierte Tiere	18	3,17 ± 0,24			
Kontrolltiere	17	13,03 ± 1,03	10,95	10,95 ± 3,79	84,0
Zweimalig touchierte Tiere	18	2,08 ± 0,22			

Tab. II: Gesamtauswertung der entstandenen Läsionen und die daraus errechnete Gesamtkariesreduktion.

n = Anzahl der Versuchstiere,

$\bar{x}$ = Mittelwert der Karieswerte der einzelnen Versuchstiere

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung der Mittelwerte,

d = Differenz der Mittelwerte.

99,9 % Verläßlichkeitsintervall =

99,9 % Verläßlichkeitsintervall der Mittelwerte.

Die Ergebnisse der Tabelle I lassen sich in einem Säulendiagramm besonders übersichtlich darstellen. Dazu die Abb.8:

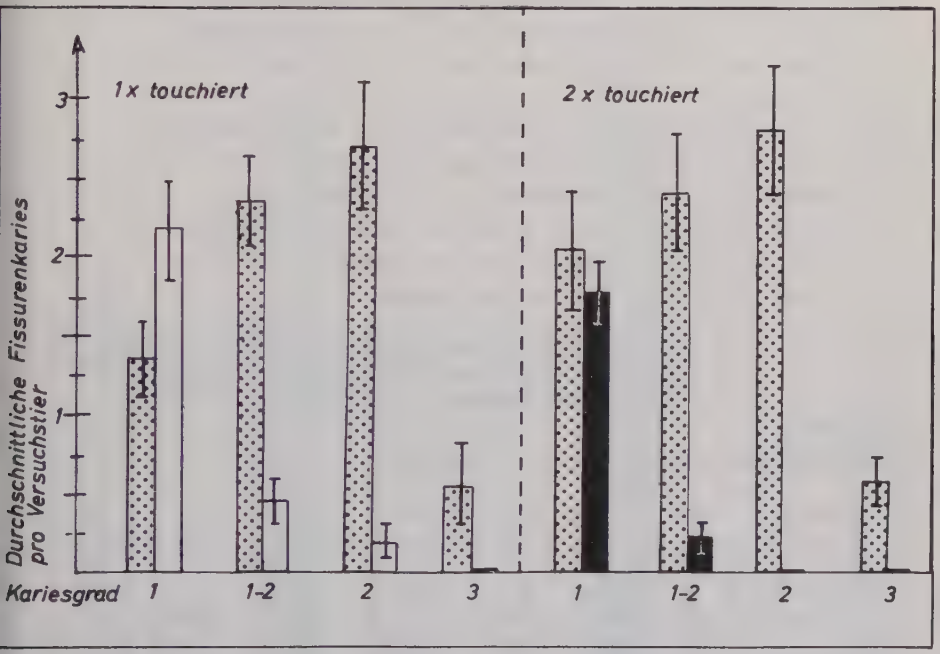

Abb.8: Säulendiagramm zur Darstellung der durchschnittlichen Fissurenläsionen pro Versuchstier.

= Kontrolltiere,
= einmal touchierte Tiere,
= zweimal touchierte Tiere,
I = Standardabweichung des Mittelwertes.

Eine sinnvollere Beurteilung der entstandenen Läsionen ist möglich, wenn wir nach KÖNIG, MARTHALER und MÜHLEMANN "die total durchlaufenen Kariesgrade" berechnen. Hierbei wird dem dynamischen Kariesgeschehen mehr Rechnung getragen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß sich die Läsionen stets in der Reihenfolge 1→ 1-2→ 3 entwickeln, wird gezeigt, wie häufig während des ganzen Versuches in allen untersuchten Fissuren die einzelnen Stadien der Karies auftreten und durchlaufen werden. Wenn bei einer Fissur z.B. das Kariesstadium 3 erreicht wurde, so wird diese Veränderung gleichzeitig auch zu den Kariesstadien 1, 1-2 und 2 dazugezählt. Die gefundenen Werte sind in Tabelle III wiedergegeben:

	Läsionen der Kontrolltiere	Läsionen nach einmal. Touch.	Kariesreduktion in %	Läsionen der Kontrolltiere	Läsionen nach zweimal. Touch.	Kariesreduktion in %
Zahl der Versuchstiere	17	18		17	18	
Kariesgrad 1	118 6,94	50 2,78	60,0	134 7,88	36 2,0	74,6
Kariesgrad 1-2	95 5.59	11 0,61	89,1	99 5,82	4 0.22	96,5
Kariesgrad 2	55 3,24	3 0,17	94,9	58 3,41	0	100
Kariesgrad 3	9 0.53	0	100	10 0.59	0	100

Tab. III:

"Total durchlaufene Fissurenläsionen" und die für jeden Kariesgrad errechnete Kariesreduktion. Unter den absoluten Werten sind die durchschnittlichen Läsionen pro Versuchstier angegeben.

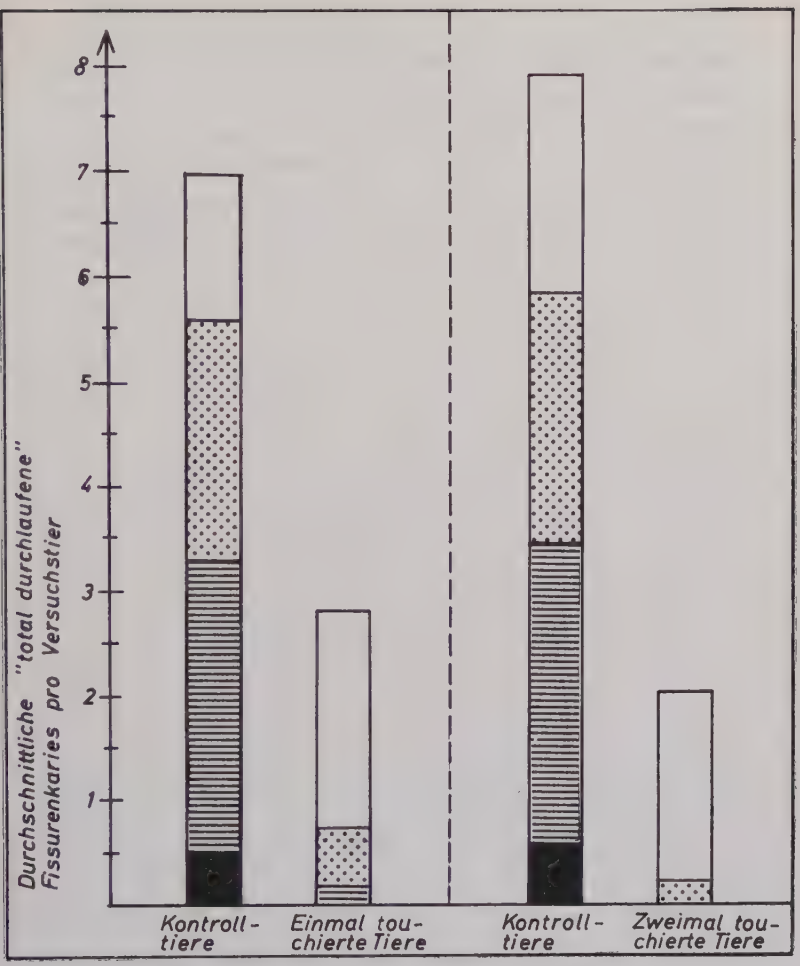

Abb.9:

Säulendiagramm zur Darstellung der "total durchlaufenen Fissurenläsionen" pro Versuchstier.

= Kariesgrad 1, = Kariesgrad 1-2

= Kariesgrad 2, = Kariesgrad 3

Da die schweren Stadien unter den leichteren angeordnet sind, setzt sich das "totale Durchlaufen" eines jeden Stadiums aus dem entsprechenden Säulenabschnitt plus den darüberliegenden Abschnitten der leichteren Stadien zusammen.

Wie dieser neuen Tabelle zu entnehmen ist, liegen jetzt die Kariesreduktionswerte deutlich über denen der Tabelle I. Die dort festgestellt Kariszunahme in Bezug auf den Kariesgrad 1 ist hier nicht mehr zu verzeichnen.

Das Diagramm der Abb.9 veranschaulicht noch einmal die Ergebnisse der Tabelle III.

c. Kariesreduktion bei Approximal- und Glattflächenkaries.

In der gleichen Weise wie die Fissurenkaries kam die Approximal- und Glattflächenkaries zur Auswertung. Da diese Veränderungen jedoch weniger häufig auftraten, werteten wir die einmal und die zweimal touchierten Kieferhälften zusammen aus. Ebenso wurden bei den damit vergleichenen Kontrolltieren die linken und rechten Kieferhälften zusammen bewertet. Die Ergebnisse gibt die Tabelle IV wieder:

	Läsionen der Kontrolltiere	Läsionen nach ein-bzw. zweimal. Touchierg.	Karies-reduktion in %
Zahl der Versuchstiere	17	18	
Kariesgrad 1	43 2,53±0,58	0	100
Kariesgrad 1-2	3 0,18±0,13	0	100
Kariesgrad 2	13 0,77±0,34	0	100
Kariesgrad 3	3 0,18±0,13	0	100

Tab. IV:

Entstandene Approximal- und Glattflächenläsionen nach Schweregraden der Karies aufgegliedert. Unter den absoluten Werten der Läsionen sind die Mittelwerte und ihre Standardabweichungen angegeben.

Bei den touchierten Tieren traten also sowohl auf der einmal als auch auf der zweimal touchierten Seite keine Approximal- und Glattflächenkaries auf. Die Kariesreduktion betrug also sowohl beim einmaligen als auch beim zweimaligen Touchieren 100 %. Dazu die Tabelle V:

	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	d	99,9 % Verlässlichkeitsintervall	Kariesreduktion in%
Kontrolltiere	17	4,85 ± 1,29	4,85	4,85 ± 4,66	100
Ein- bzw. zweim. touch. Tiere	18	0			

Tab.V:

Gesamtauswertung der entstandenen Approximal- und Glattflächenläsionen.

n = Anzahl der Versuchstiere,

$\bar{x}$ = Mittelwert der Karieswerte der einzelnen Versuchstiere,

$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung der Mittelwerte,

d = Differenz der Mittelwerte,

99,9 % Verläßlichkeitsintervall =

99,9 % Verläßlichkeitsintervall der Mittelwerte

Berechnen wir daraus die "total durchlaufenen" Approximal- und Glattflächenläsionen, so ergeben sich die in Tabelle VI wiedergegebenen Werte.

	Läsionen der Kontrolltiere	Läsionen nach ein- bzw. zweimal. Touchierg.	Kariesreduktion in %
Zahl der Versuchstiere	17	18	
Kariesgrad 1	62	0	100
Kariesgrad (2)	19	0	100
Kariesgrad 2	16	0	100
Kariesgrad 3	3	0	100

Tab. VI:

"Total durchlaufene Approximal- und Glattflächenläsionen" und die jeweils dazugehörende Kariesreduktion.

d. Beurteilung der Anätzung der Schmelzoberfläche für die karieshemmende Wirkung des Fluor-Lackes.

Um eine Aussage darüber machen zu können, ob durch vorherige Anätzung des Zahnschmelzes die Wirkung des Fluor-Lackes gesteigert wird, verglichen wir die Ergebnisse der Versuchsgruppen 2 und 3 miteinander. Beide Gruppen waren in der gleichen Weise touchiert worden, bei Gruppe 3 jedoch wurde auf die Anätzung vor der Touchierung verzichtet. Die gefundenen Fissurenläsionen stellten wir in der Tabelle VII zusammen. Auch hierbei werteten wir die einmal und die zweimal touchierten Kieferhälften zusammen aus. Das Gesamtergebnis gibt die Tabelle VIII wieder.

	Läsionen nach ein- bzw. zweimal. Touch. mit Anätzung	Läsionen nach ein- bzw. zweimal. Touch. ohne Anätzung	Karies-reduktion in %
Zahl der Versuchstiere	18	16	bei Anätzung
Kariesgrad 1	71 3,94 ± 0,38	72 4,50 ± 0,51	12,4
Kariesgrad 1-2	12 0,67 ± 0,18	34 2,13 ± 0,57	68,6
Kariesgrad 2	3 0,17 ± 0,12	5 0,31 ± 0,18	45,2
Kariesgrad 3	0	1 0,06 ± 0,06	100

Tab. VII:
Vergleich der Fissurenläsionen in Abhängigkeit von der vorherigen Anätzung der Schmelzoberfläche mit 5%iger Salzsäure.
Unter den absoluten Werten der Läsionen sind die Mittelwerte und ihre Standardabweichungen angegeben.

	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	d	95 % Verlässlichkeits-intervall	Kariesre-duktion in%
Ohne Anätzung	16	8,38 ± 5,40	3,14	3,13 ± 2,84	37,4
Mit Anätzung	18	5,25 ± 1,31			

Tab.VIII:

Gesamtauswertung zum Vergleich der entstandenen Fissurenläsionen in Abhängigkeit von der vorherigen Anätzung mit 5%iger Salzsäure.
Erläuterung der Zeichen siehe Tab.II.

e. Beurteilung der karieshemmenden Wirkung des Fluor-Lackes im Seitenvergleich.

Mit Hilfe der Versuchsgruppe 4 wurde die Wirkung des Fluor-lackes nach vorangegangener Anätzung bei einseitiger, einmaliger Touchierung untersucht. Die entstandenen Fissurenläsionen der linken, touchierten und der rechten, nicht touchierten Seite wurden in Tabelle IX zusammengefaßt.

	Läsionen der nicht touchierten Kieferhälfte	Läsionen der einmal touchierten Kieferhälfte	Kariesreduktion in %
Versuchstiere	7	7	
Kariesgrad 1	8 1,14 ± 0,34	18 2,57 ± 0,61	125,4 Zunahme
Kariesgrad 1-2	12 1,71 ± 0,42	7 1,0 ± 0,31	41,6
Kariesgrad 2	26 3,71 ± 0,92	3 0,43 ± 0,43	88,4
Kariesgrad 3	7 1,0 ± 0,31	0	100

Tab. IX:

Vergleich der enstandenen Fissurenläsionen der angeätzten, einmal touchierten und der nicht touchierten Kieferhälften und die sich ergebende Kariesreduktion. Unter den absoluten Werten der Läsionen sind die Mittelwerte und ihre Standardabweichungen angegeben.

Die Zunahme der Karies in bezug auf den Kariesgrad 1 findet wieder dieselbe Erklärung wie bereits früher erwähnt, nämlich in der starken Verminderung der höheren Kariesstufen, so daß eine relative Vermehrung der Initialstadien der Karies auftritt.

Die Gesamtauswertung der Tabelle IX gibt die Tabelle X an:

	n	$\bar{x}$	99% Verlässlichkeits-intervall	Kariesre-duktion in %
Touchierte Seite	7	4,93	9,21 ± 5,12	65,1 %
Nicht touchierte Seite	7	14,14		

Tab. X:

Gesamtauswertung zum Vergleich der entstandenen Fissurenläsionen der einmal touchierten und der nicht behandelten Kieferhälften im Seitenvergleich

n = Anzahl der Versuchstiere,
$\bar{x}$ = Mittelwert der Karieswerte,
$s_{\bar{x}}$ = Standardabweichung des Mittelwertes,
99% = Verläßlichkeitsintervall = 99% Verläßlichkeitsintervall der Mittelwerte.

Wie die Tabelle X zeigt, liegt die Gesamtkariesreduktion mit 61,5 % etwas unter den Durchschnittswerten der Kariesreduktion des Gruppenvergleiches, die dort 73,3 % betrug. Dieser Befund könnte dahingehend erklärt werden, daß auch auf der nichttouchierten Seite ein Beeinflussung durch Fluor-Lack erfolgte. Eine derartige Beein-

flussung wurde bei Halbseitentouchierung des menschlichen Gebisses mit wässrigen Fluoridlösungen z.B. von MUHLER für wahrscheinlich gehalten. Zum dem gleichen Ergebnis war schon RUSSEL bei der statistischen Auswertung der Befunde von KNUTSON und ARMSTRONG gekommen. So ist anzunehmen, daß auch der Fluor-Lack bei einseitiger Touchierung auf der Kontrollseite eine geringgradige kariesprotektive Wirkung besitzt. Diese Überlegungen lassen sich durch unsere Versuche jedoch nicht beweisen, da der Unterschied innerhalb der zufallsbedingten Fehlergrenzen liegt.

C. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Kariesreduktion nach lokaler Applikation eines Fluor-Lackes mit einem Fluor-Gehalt von 2 % im Tierversuch an Molaren von Albinoratten nach Anätzung der Zähne mit 5%iger Salzsäure zu ermitteln.

Die Untersuchungen wurden mit vier Tiergruppen durchgeführt. Mit einer Versuchsgruppe von 18 Ratten wurde die Kariesreduktion bezüglich der Fissurenkaries nach ein- bzw. zweimaliger Touchierung mit Fluor-Lack geprüft und einer unbehandelten Kontrollgruppe von 17 Tieren gegenübergestellt. Unter Berücksichtigung der Schweregrade aller Fissurenläsionen errechneten wir nach einmaliger Touchierung eine Kariesreduktion gegenüber der Kontrollgruppe von 73,3 %, bei zweimaliger Touchierung von 84,0 %.

Die sehr hohen Werte zeigen, daß hier ein außergewöhnlich starker Fluoridierungseffekt vorliegen muß, der sich durch die lange Haftung des Lackes an der Zahnoberfläche erklären läßt. Die ausgeprägteste Karieshemmung stellten wir bei den fortgeschrittenen Kariesstadien fest. Die Tatsache, daß in bezug auf den Kariesgrad 1 nach einmaliger Touchierung eine Karieszunahme (!) von 60,7 %, nach zweimaliger Touchierung eine Reduktion von nur 13,6 % zu verzeichnen sind, könnte zu der Annahme führen, daß durch den Fluor-Lack nur eine Progressionshemmung, nicht jedoch eine Initiationshemmung bewirkt wird. Wie HEUSER und H.F.M.SCHMIDT schon früher gezeigt haben, ist das nicht der Fall. Vielmehr sind bei den Kontrolltieren wesentlich mehr Fissuren befallen, meist jedoch schon mit Läsionen

höherer Kariesgrade.

Entsprechend der Fissurenkaries werteten wir die Approximal- und Glattflächenkaries aus. Bei den touchierten Tieren waren keine derartigen Defekte nachzuweisen, so daß sich eine Kariesreduktion von 100 % ergab. Allerdings traten diese Läsionen auch bei den Kontrolltieren seltener als die Fissurenkaries, nämlich nur in 62 Fällen, auf, davon entfielen auf den Kariesgrad1 43, auf den Kariesgrad 1-2 3, auf den Kariesgrad 2 13 und auf den Kariesgrad 3 3 Läsionen.

Die Wirksamkeit einer vor der Touchierung erfolgten Anätzung der Zahnoberfläche mit 5%iger Salzsäure konnten wir durch den Vergleich des Kariesbefalls der oben genannten Gruppe von 18 Tieren mit einer aus 16 Ratten bestehenden Gruppe ermitteln, bei der die Touchierung ohne vorherige Anätzung vorgenommen worden war. Die Kariesreduktion gegenüber den nicht vorbehandelten Zähnen betrug 37,4 %.

Um etwaige Irrtümer durch unterschiedliche Kariesanfälligkeit zwischen Versuchs- und Kontrolltieren auszuschalten, führten wir einen dritten Versuch durch, in dem wir bei einer Gruppe von 7 Ratten die eine Kieferhälfte einmal touchierten und die andersseitige Kieferhälfte zur Kontrolle benützten. In diesem Versuch erhielten wir eine Kariesreduktion von nur 65,1 % gegenüber 73,3 % in Versuch 1. Die etwas niedrigere Kariesreduktion gegenüber dem ersten Versuch läßt sich dadurch erklären, daß auch die unbehandelte Seite durch den Fluor-Lack kariesprotektiv beeinflußt wurde. Der Unterschied zwischen den genannten Prozentwerten ist jedoch statistisch nicht ausreichend gesichert.

Die bei unseren Versuchen festgestellte starke und hoch signifikante Karieshemmung läßt es begründet erscheinen, auch im menschlichen Gebiß vor der Touchierung der Zähne mit Fluor-Lack die Zahnoberfläche anzuätzen.

Abschließend wäre noch zu bemerken, daß sich die Ergebnisse der Tierversuche nicht ohne weiteres auf das menschliche Gebiß übertragen lassen. Zwar verläuft die Karies bei den Albino-Ratten - zumindest in Initialstadium - ganz ähnlich der menschlichen Karies (GRIEVE, DALDERUP, JANSEN, NEDERVEEN-FENENGA), doch bestehen erhebliche Unterschiede z.B. in Bezug auf die Zeiten der Entwicklung einer diagnostizierbaren Karies und in bezug auf die Dimensionen der Zähne. Auch lassen sich ähnlich standardisierte Versuchsbedingungen beim Menschen nicht anwenden, so daß eine unmittelbare Übertragung der Erfolgsquote auf die menschliche Karies nicht zulässig ist. Damit kann auch erklärt werden, daß in den bisher durchgeführten klinischen Versuchen bei Menschen derart hohe Kariesreduktionswerte nicht erreicht werden konnten.

D. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde die kariesprotektive Wirkung eines Fluor-Lackes mit 2% Fluor-Gehalt im Tierexperiment untersucht. Speziell wurde seine Wirkung in Abhängigkeit von einer vorherigen Anätzung der Zahnoberfläche mit 5%iger Salzsäure überprüft.

Als Versuchstiere dienten 58 Albinoratten, die in folgende vier Gruppen eingeteilt wurden:

Gruppe 1:	17 Tiere.	Kontrollgruppe. Keine Behandlung
Gruppe 2:	18 Tiere.	Ein- bzw. zweimalige Touchierung nach vorheriger Anätzung.
Gruppe 3:	16 Tiere.	Ein- bzw. zweimalige Touchierung ohne Anätzung.
Gruppe 4:	7 Tiere.	Halbseitentouchierung mit vorheriger Anätzung.

Die Touchierungen erfolgten am 5. und 12. Tag nach Beginn der kariogenen Ernährung. Als Nahrung bekamen die Ratten die kariogene Kost 580 nach STEPHAN und Aqua destillata. Die Versuchsdauer betrug 45 Tage. Danach wurden die Tiere getötet.

Von der Molarenregion der einzelnen Kieferquadranten wurden Sagittalschliffe angefertigt und die kariösen Läsionen mikroskopisch ausgewertet. Unter Berücksichtigung der Schweregrade der kariösen Veränderungen ergaben sich folgende summarische Resultate:

1. Fissurenkaries, einmalige Touchierung. Kariesreduktion 73,3 % (P 0,001).
2. Fissurenkaries, zweimalige Touchierung. Kariesreduktion 84,0 % (P 0,001).
3. Approximal und Glattflächenkaries, ein- bzw. zweimalige Touchierung. Kariesreduktion 100 % (P 0,001).

4. Fissurenläsionen bei ein- bzw. zweimaliger Touchierung mit Anätzung.
   Kariesreduktion 37,4 % gegenüber der Touchierung ohne Anätzung (P 0,05).

5. Fissurenläsionen bei Halbseitentouchierung.
   Kariesreduktion 65,1 % (P 0,01).

C. LITERATUR:

ALBAT, E.: In vitro-Untersuchungen über den Einfluß der Anätzung der Schmelzoberfläche menschlicher Zähne auf die Säureschutzwirkung eines fluorhaltigen Zahnlackes. Med.Diss. Marburg, 1968

BIBBY, B.G.: The Effect of Sodium Fluoride Application on Dental Caries. J.dent.Res. 22, 207 (1943)

BREITNER, W.: Verbesserung der Flurowirkung durch vorhergehende Säurebehandlung der Oberfläche des Zahnschmelzes. Stoma 6, 229 (1943)

BÜTTNER, W., CREMER, H.D., HERRMANN, M. : Ernährungsfaktoren bei Zahn- und Knochenbildung. V. Kariesdiagnostik an Zahnschliffen bei der Ratte. Dtsch.zahnärztl.Z. 11, 984 (1956)

DALDERUP, L.M., JANSEN, B.C.P. : Nutrition and Caries VIII. Evaluation of Dental Caries in the Rat. in Non-Decalcified Sections of the Molars. Zschr. Vitaminforsch. 26, 235 (1955)

DEAN, H.T.: Endemic Fluorosis and Its Relation to Dental Caries. US.Publ.Hlth.Rep. 53, 1443 (1938)

DEAN, H.T., ARNOLD, F.A., ELVOVE, E. : Domestic Water and Dental Caries. US.Publ.Hlth.Rep. 57, 1155 (1942)

ERICSSON, J.: Untersuchungen mit radioaktivem Fluor. Zahnärztk.Prax. 8,11/5 (1957)

GRIEVES, C.J.: A Preliminary Study of Gross Maxillary and Dental Defects in Three hundret Rats on Defection and Deficient Diets. J.Amer.dent.Ass. 9, 467 (1922)

HAYEK, E.: Die Mineralsubstanz der Knochen. Klin.Wschr. 45, 857 (1967)

HEUSER, H.: Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Zahnschutzhärtung im Blickfeld der Reliefmikroskopie. Stoma 11, 88 (1958)

HEUSER, H.:
SCHMIDT, H.F.M.: Die Wirkung des Kariesprophylaktikums Fluorlack; ein Tierversuch mit Albinoratten.
Dtsch.Zahn-,Mund- u. Kieferheilk. 47, 133 (1966)

HEUSER, H.,
SCHMIDT, H.F.M.: Zahnkariesprophylaxe durch Tiefenpräparierung des Zahnschmelzes mit Fluorlack.
Stoma, Heft 2, 91 (1968)

HEUSER, H.,
KESSLER, W.: Verminderung der Zahl von Neuerkrankungen durch Fluor-Pinselung und ammoniumionhaltigen Zahnpflegemitteln.
Zahnärztl.Rdsch. 61, 603 (1952)

HOFFMANN, U.: Zahnärztliche Reihenuntersuchungen bei Kasseler Schulkindern sechs Jahre nach Beginn der Trinkwasserfluoridierung.
Med.Diss. Marburg, 1961

KESSLER, W.,
SOLTH, K.: Ergebnisse der Zahnkariesprophylaxe durch interne Fluor-Gaben.
Stoma 11, 14 (1958)

KNAPPWOST, A.: Grundlagen der kariesprophylaktischen Wirkung von lokal angewandten und innerlich verabreichten Fluorsalzen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 11, 115 (1968)

KNUTSON, J.W.,
ARMSTRONG, W.D.: The Effect of Topically Applied Sodium Fluoride on Dental Caries Experience.
US.Publ.Hlth.Rep., 58, 1701 (1943)

KÖNIG, K.G.: Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim Menschen und ihre Untersuchungen im kurzfristigen Rattenexperiment.
Verl. Hans Huber, Bern u. Stuttgart 1966

KÖNIG, K.G.,
MARTHALER, T.M.,
MÜHLEMANN, H.R.: Methodik der kurzfristig erzeugten Rattenkaries.
Dtsch.Zahn-,Mund-u.Kieferheilk. 29, 99 (1958)

KÜNZEL, W.,
BARTZSCH, W.,
AUERMANN, E.: Die zweite Etappe der Trinkwasserfluoridierung in der DDR.
Dtsch.Stomatologie 16, 670 (1966)

MARTHALER, T.M.: Karieshemmung nach fünf Jahren bei Gebrauch einer Aminfluoridzahnpasta.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 75, 509 (1965)

MARTHALER, T.M., MÜHLEMANN, H.R., KÖNIG, K.G.: Zur Planung und Auswertung tierexperimenteller Kariesstudien. Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 67, 755 (1957)

MILLER, B.F.: Inhibition of Experimental Dental-Caries in the Rat by Fluoride and Iodoacetic Acid. Proc.Soc.exper.Biol.a.Med. 39, 389 (1938)

MÜHLEMANN, H.R., KÖNIG, K.G.: Zahnkaires im Tierexperiment. Ciba Symposium 13, 65 (1965)

RIETHE, P., ZILZ, W. : Kariesprophylaxe mit fluorhaltigen Lösungen im Tierversuch. Dtsch.zahnärztl.Z. 22, 10 (1967)

RUSSEL, A.L.: Effects of Topical Sodium Fluoride in the Mandibular Teeth. J.dent.Res. 26, 369 (1947)

SCHMIDT, H.F.M.: Ein neues Touchierungsmittel mit besonders lang anhaltendem Fluoridierungseffekt. Stoma 17, 14 (1964)

SCHMIDT, H.F.M.: In vitro Untersuchungen über die Herabsetzung der Löslichkeit menschlichen Zahnschmelzes durch Behandlung mit dem neuen Touchierungsmittel Fluor-Lack. Ein Vergleich mit einer 8%igen Zinnfluoridlösung. Stoma Heft 29 (1964)

SCHMIDT, H.M.F.: Das Ätz-Färbe-Verfahren, eine einfache Methode zur histologischen Darstellung der Oberflächen- und Tiefenwirkung lokal am Zahnschmelz angewandter Fluorpräparate. Stoma 18, 112 (1965)

SCHMIDT, H.M.F.: Neue Erkenntnisse in der örtlichen Anwendung eines langhaftenden Fluorpräparates zur Prophylaxe der Zahnkaries. Dtsch.zahnärztl.Z. 23, 148 (1968)

SCHÜTZMANNSKY, G.: 5-Jahresergebnisse lokaler Fluorapplikation. Dtsch.Zahn-,Mund-u.Kieferheilk. 22, 166 (1955)

STEIN, U.: Zahnärztliche Reihenuntersuchungen bei Kasseler Schulkindern viereinhalb Jahre nach Beginn der Trinkwasserfluoridierung. Med.Diss. Marburg, 1958

STEPHAN, R.M., HARRIS, M.R.: The Development of Various Types of Carious Lesions in Rats Fed on a Synthetic Diet. J. dent.Res. 32, 687 (1953)

TORELL, P.: The Göteborg Studies of Methods for Applying Fluorides Topically. Advances in Fluorine Research and Dental Caries Prevention. Bd.3 Pergamon Verlag Oxford-London-New York-Paris 1965

WIEGELMANN, K.: Oberflächenhistologische Untersuchungen zur Frage der Herabsetzung der Lösungsgeschwindigkeit der Zahnhartsubstanz durch lokale Fluoridierung mit Cervin-Reogan. Med.Diss. Marburg, 1957

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr.med.Dr.med.dent.habil. Hans HEUSER für die Überlassung des Themas und die Übernahme des Referates danken.

Herrn Privatdozent Dr.med.dent. H.F.M.SCHMIDT möchte ich für die zahlreichen Anregungen und für seine freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank sagen.

Gleichzeitig danke ich auch Herrn Präparator Josef KISSEL für die Unterstützung bei der Durchführung der Tierversuche.

L e b e n s l a u f

Am 14.Nov.1941 wurde ich, Jutta W e i n m a n n , geb. Reil, als drittes Kind des prakt. Arztes Dr. Günter Reil und seiner Ehefrau Hanna, geb. Tews in Berlin geboren.

Durch Kriegsereignisse gezwungen, siedelte unsere Familie im Jahre 1943 nach Oldenburg und von dort 1950 nach Großenkneten bei Oldenburg um. Ich besuchte die dortige Volksschule und dann das neusprachliche Mädchengymnasium Cäcilienschule in Oldenburg, wo ich am 10.2.1961 das Abitur bestand.

Im Sommersemester 1961 begann ich mein Studium der Zahnmedizin an der Philipps-Universität Marburg und legte dort im März 1964 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Danach studierte ich ein Semester in Hamburg und beendete das Studium im Dezember 1966 mit dem zahnärztlichen Staatsexamen in Marburg.

Anschließend war ich als Volontär-Zahnärztin an der Kieferchirurgischen Klinik am Katharinenhospital in Stuttgart tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

In Marburg: Bommer, Braun-Falco, Bücher, Dimroth, Dölle, Gedigh, Hennis, Hensel, Hering, Heuser, Janke, Korb, Kottmeyer, Lang, Mahr, Marx, Maurath, Niessing, Pantke, Petry, Rodeck, Rosemann, Schiff, Schmid, Seidel, Siegert, Siess, Walcher;

in Hamburg: Ahrens, Fabian, Franke, Günther, Harmsen, Hausser, Kirschner, Krauspe, Menzel, Pfeifer, Schuchhardt, Soehring, Spiessl.